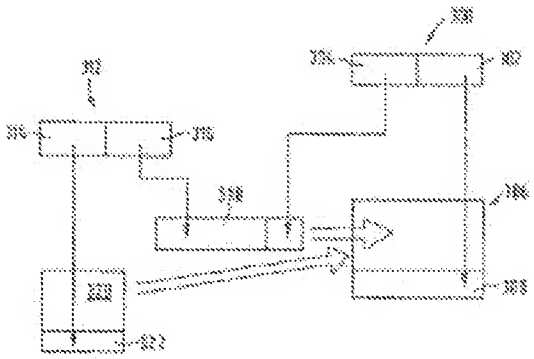
METHOD FOR APPLYING COMPETENCE BY USING LICENSE

Publication number: JP2001255953 (A)
Publication date: 2001-09-21
Inventor(s): SCHMIDT ERNST; KUHLS BURKHARD +
Applicant(s): BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG +
Classification:
- international: ***B60R25/00; G06F12/14; G06F21/22; G06F21/24; G09C1/00; B60R25/00; G06F12/14; G06F21/00; G06F21/22; G09C1/00;*** (IPC1-7): G06F1/00; G06F12/14; G09C1/00
- European: B60R25/00
Application number: JP20010032508 20010208
Priority number(s): DE20001008973 20000225

Also published as:
EP1127756 (A2)
EP1127756 (A3)
EP1127756 (B1)
US2002023223 (A1)
US7197637 (B2)
more >>

Abstract of **JP 2001255953 (A)**

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for guaranteeing the data maintainability of software for the controller of an automobile. SOLUTION: A pair of controller keys 300, having first and second keys and the prescribed number n of license key pairs 312 having the first and second keys, are used. The license information of the first license 318 is signed by using the second key 304 of the controller key pair 300, and software (320) to be newly inputted to a controller 360 is signed 322 by using the second key 314 in the license key pair 312, in which the first key is arranged in the license information of the last license.



(19)日本国特許庁（ＪＰ）　(12) **公開特許公報（Ａ）**　(11)特許出願公開番号
特開2001－255953
（P2001－255953A）
(43)公開日　平成13年９月21日(2001.9.21)

(51)Int.Cl.[7]	識別記号	ＦＩ		テーマコード（参考）
Ｇ０６Ｆ　1/00		Ｃ０６Ｆ　12/14	３２０Ａ	
12/14	３２０	Ｇ０９Ｃ　1/00	６４０Ｂ	
Ｇ０９Ｃ　1/00	６４０	Ｇ０６Ｆ　9/06	６６０Ｃ	

審査請求　未請求　請求項の数19　ＯＬ　（全 12 頁）

(21)出願番号　特願2001－32508(P2001－32508)

(22)出願日　平成13年２月８日(2001.2.8)

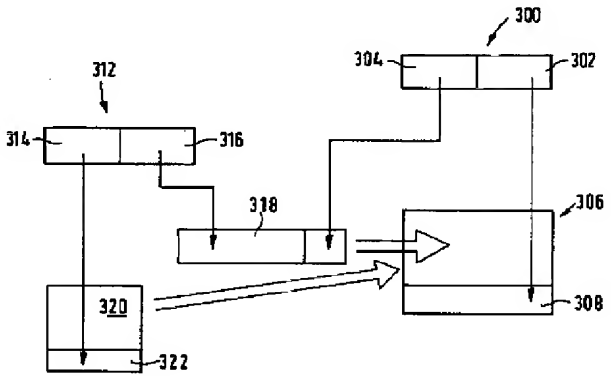
(31)優先権主張番号　１００００８９７３：９
(32)優先日　平成12年２月25日(2000.2.25)
(33)優先権主張国　ドイツ（ＤＥ）

(71)出願人　391009671
バイエリッシェ　モートーレン　ウエルケ　アクチエンゲゼルシャフト
BAYERISCHE MOTOREN WERKE AKTIENGESELLSCHAFT
ドイツ連邦共和国　デー・80788　ミュンヘン　ペツエルリング　130
(74)代理人　100063130
弁理士　伊藤　武久　（外１名）

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　認可証を用いて権限を与える方法

(57)【要約】
【課題】　自動車両の制御装置用のソフトウェアのデータ保全性を保証するための方法を提供する。
【解決手段】　第１鍵と第２鍵を有する制御装置鍵ペア（３００）と、第１鍵と第２鍵をそれぞれに有する所定数ｎの認可証鍵ペア（３１２）を使用する。第１認可証（３１８）の認可証情報は、制御装置鍵ペア（３００）の第２鍵（３０４）を用いて署名され、制御装置（３０６）に新たに投入すべきソフトウェア（３２０）は、第１鍵が最後の認可証の認可証情報内に整理されている認可証鍵ペア（３１２）における第２鍵（３１４）を用いて署名（３２２）される。



【特許請求の範囲】
【請求項１】自動車両の制御装置のためのソフトウェアのデータ保全性を保証するための方法であって、作動方式に関して制御装置に影響を及ぼすソフトウェアがメモリ内に記憶され得る前記方法において、以下のステップを含むことを特徴とする方法：第１鍵と第２鍵を有する制御装置鍵ペアを提供するステップ。第１鍵と第２鍵をそれぞれに有する所定数ｎの認可証鍵ペアを提供するステップ。制御装置鍵ペアの第１鍵を自動車両内の制御装置内または自動車両内の制御装置のために保管するステップ。所定数ｎに対応する認可証を作成するステップ。この際、各認可証は認可証情報を含み、最後の認可証の認可証情報内にはソフトウェアをチェックするための少なくとも１つの鍵が整理されていて、並びに、複数の認可証を使用する場合、他の認可証情報内には次に続く認可証をチェックするための少なくとも１つの鍵が整理されていること。制御装置鍵ペアの第２鍵を用いて第１認可証の認可証情報を署名するステップ、並びに、認可証が１つよりも多い場合には、前の認可証の認可証情報内にそれぞれの第１鍵が整理されている認可証鍵ペアにおけるそれぞれの第２鍵を用いて、次に続く認可証を署名するステップ。最後の認可証の認可証情報内に第１鍵が整理されている認可証鍵ペアにおける第２鍵を用いて、新たに投入すべきソフトウェアを署名するステップ。署名された全ての認可証を制御装置内に投入するステップ。署名されたソフトウェアを制御装置内に投入するステップ。制御装置内または制御装置のために保管されている制御装置鍵ペアの第１鍵を用いて第１認可証の署名をチェックするステップ、並びに、認可証が１つよりも多い場合には、前の認可証の認可証情報内に含まれている第１鍵を用いて他の各認可証の署名をチェックするステップ。それぞれのチェックが肯定的な結果を導く場合に、それぞれの認可証の認可証情報を受諾するステップ。最後の認可証の認可証情報内に保管されている第１鍵を用いてソフトウェアの署名をチェックするステップ。及び、
このチェックも肯定的な結果を導く場合に、投入されているソフトウェアを受諾するステップ。
【請求項２】認可証内に少なくとも１つの認可証情報として公開鍵を含むこと、及び、この公開鍵を用いてチェックすべき署名を付属の秘密鍵を用いて実施することを特徴とする、請求項１に記載の方法。
【請求項３】制御装置内または制御装置のために保管されている制御装置鍵ペアの第１鍵が公開鍵であること、及び、付属の秘密鍵を用いて、第１認可証の署名を実施することを特徴とする、請求項１または２に記載の方法。
【請求項４】車両、特に車両内の制御装置が、公開鍵と秘密鍵を有する非共通性の一対の鍵を生成すること、車両内、特に制御装置内に前記秘密鍵を保管すること、及び、第１認可証を署名するために前記公開鍵を車両から読み出し可能とすることを特徴とする、請求項１または２に記載の方法。
【請求項５】制御装置内に保管される鍵を制御装置のブートセクタに整理することを特徴とする、請求項１～４のいずれか一項に記載の方法。
【請求項６】ブートセクタを、書き込み及び鍵の入力の後にロックし、他のアクセス、特に書き込みアクセスに対して保護することを特徴とする、請求項５に記載の方法。
【請求項７】ソフトウェア及び／または認可証情報を所定の長さを有する情報にそれぞれ写像し、これらの情報を署名することを特徴とする、請求項１～６のいずれか一項に記載の方法。
【請求項８】写像機能としてハッシュ機能を選択することを特徴とする、請求項７に記載の方法。
【請求項９】制御装置を含む車両の少なくとも１つの車両固有情報をソフトウェアに付加すること、ソフトウェアと共に少なくとも１つの前記車両固有情報を署名すること、認可証の署名のチェックとソフトウェアの署名のチェックに加えて前記車両固有情報もチェックすること、及び、更にソフトウェアの前記車両固有情報が車両の車両固有情報と一致する場合にだけ制御装置内にてソフトウェアを受諾することを特徴とする、請求項１～８のいずれか一項に記載の方法。
【請求項１０】車両固有情報をチェックするために固有の車両固有鍵ペアを生成し、車両固有情報及び前記車両固有鍵ペアの１つの鍵を車両安全ユニット内または制御装置内に設け、車両固有情報に加えて前記車両固有鍵ペアの他の鍵をソフトウェア内に整理し、投入されているソフトウェアの受諾の同意のために、前記車両固有鍵ペアの両方の鍵が互いに調和しているかどうかを別個のルーチンでチェックすることを特徴とする、請求項９に記載の方法。
【請求項１１】少なくとも制御装置の最初の立ち上げ時にソフトウェアを検査し、更に対応してマーキングすることを特徴とする、請求項１～１０のいずれか一項に記載の方法。
【請求項１２】制御装置に外部からアクセスする際に、アクセスのための資格があるかどうかをアクセスユニットが検査することを特徴とする、請求項１～１１のいずれか一項に記載の方法。
【請求項１３】制御装置からのコードを要求し、このコードの正確性について検査することを特徴とする、請求項１２に記載の方法。
【請求項１４】制御装置が乱数を発信し、この乱数をアクセス側が署名すること、及び、この署名を制御装置内、特に確認鍵を用いてチェックすることを特徴とする、請求項１３に記載の方法。
【請求項１５】アクセス資格の試問時に資格レベルを決

定し、この資格レベルに依存してアクセス行為を受諾または非受諾とすることを特徴とする、請求項１２～１４のいずれか一項に記載の方法。
【請求項１６】車両内の安全装置が、少なくとも散発的に制御装置の信頼性検査を実施し、否定的な結果の場合にはその制御装置を記録することを特徴とする、請求項１～１５のいずれか一項に記載の方法。
【請求項１７】制御装置内に制御装置固有の秘密コードを保管することを特徴とする、請求項１６に記載の方法。
【請求項１８】安全装置が、制御装置に特有の特徴を試問し、この特徴を信頼性に関して検査することを特徴とする、請求項１６または１７に記載の方法。
【請求項１９】信頼性検査時に、安全装置内及び／または制御装置内に保管されている鍵を使用することを特徴とする、請求項１６～１８のいずれか一項に記載の方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】本発明は、自動車両の制御装置のためのソフトウェアのデータ保全性を保証するための方法に関する。
【０００２】
【従来の技術】車両内の電子装置、並びに車両との通信可能性が増加することにより、その安全性に対する要求も高まることになる。
【０００３】車両の極めて異なる領域には制御用のマイクロコントローラが組み込まれている。これらの制御装置は今日では頻繁に１つのバスシステムまたは複数のバスシステムを介して互いに接続されている。更に、前記バスに外部からアクセスし、個々の制御装置と通信する極めて多くの可能性（例えば診断接続）が提供されている。
【０００４】制御装置の機能方式はソフトウェアプログラムにより決定される。従来、制御装置（即ちコントローラ）内に組み込まれているソフトウェアは、多くの場合、プログラミング不可能なメモリ内（例えば、マスクプログラミングされているマイクロコントローラ）に整理（ファイル）されている。それにより、ソフトウェアの改ざんは簡単には実現され得ない。例えば、メモリ構成要素と他のメモリ構成要素との完全な交換は認識され、それに対応した反応が成され得る。
【０００５】プログラミング可能、特に所謂フラッシュプログラミング可能な制御装置を将来的に車両にて使用することにより、資格を伴わない改ざんがソフトウェア並びにそれと共に制御装置の作動方式に施されるという危険性が増加する。つまり、権限をもたない人物により、手間のかからない新たなプログラミングによって簡単にソフトウェアの交換が実行されてしまう。
【０００６】安全上の理由から、並びに法的な要求を満たすためには、オリジナルソフトウェアの変更が防止されるか、またはその種の変更が権限をもつ人物にだけ認められるという措置がとられなければならない。
【０００７】また、様々なモデルにて同じハードウェアを使用するという同部材コンセプトに注目することは将来的に有利であろう。そうすれば、機能方式における差異は、異なるソフトウェア内だけに留まることになる。このコンセプトにより、所定のソフトウェアは、固有の車両においてだけ実行可能であり、簡単に複写することは不可能となる。
【０００８】従来の技術から、多数の確認方法（認証方法）並びに確認装置（認証装置）が知られている。
【０００９】米国特許第５８４４９８６号明細書(US5844986)では、ＰＣのＢＩＯＳシステムへの許可されない侵入を回避するために使用される方法について記載されている。ＢＩＯＳメモリを含む暗号コプロセッサが、公開鍵と秘密鍵を用いる所謂公開鍵方式（パブリックキー方式）をベースにしてＢＩＯＳ変更の確認並びにチェックを実施する。この場合、前記チェックは、投入すべきソフトウェア内に埋め込まれているデジタル署名を検査することにより行われる。
【００１０】ＥＰＯ特許出願公開第０８１６９７０号明細書(EP0816970A2)からは、ファームウェアをチェックするための装置が知られている。ブートＰＲＯＭメモリを確認するための前記装置は、マイクロコードを有するメモリ部分を含む。確認セクタは、マイクロコードの実施に対する回答としてハッシュデータを生成するハッシュジェネレータを含む。
【００１１】しかし、上述の方法または装置では、自動車両の制御装置内に投入すべきソフトウェアを直接的にチェックすることはできない。
【００１２】ＥＰＯ特許出願公開第０８１３１３２号明細書(EP0813132A2)では、認可証及びアクセスリストとプログラムを接続することが記載されている。その有利な実施形態に従い、認可証エージェンシーはコード用の認可証とアクセスリスト用の認可証を作成する。認可証が一度授与されると、認可証を侵害することなくコードまたはアクセスリストを変更することは不可能である。コードとアクセスリストは、それらの認可証と共にサーバ内にて記憶される。この方法を用いて、コードまたはアクセスリストを要求する顧客は、それらの信頼性を確認することができる。しかし、この方法を自動車両領域内にて使用することは簡単には可能ではない。
【００１３】通常、要求されているソフトウェアの提供、並びにその真正な特徴付け（マーキング）のために複数の有資格者が起用されることは有利である。それにより、特徴付けは中央箇所だけで行われる必要はない。無論、選択されている有資格者のために、資格を授与するための中央監視箇所が更に設置されるべきである。
【００１４】

【発明が解決しようとする課題】本発明の課題は、自動車両の制御装置用のソフトウェアのデータ保全性を保証するための方法を提供することにあり、この際、中央装置により管理可能である複数の有資格者は、真正なソフトウェアを提供し、対応して特徴付けることが可能である。

【００１５】

【課題を解決するための手段】前記課題は、請求項１に記載した特徴により解決される。

【００１６】それに従い、以下の記載ではトラストセンタと称する中央装置が有資格者に１つの認可証または複数の認可証を授与し得て、前記認可証を用いて、提供者（認可証所有者）は、制御装置自体のためのソフトウェアを正しく署名し且つ実行可能に車両内に投入することができる。

【００１７】この目的のために、例えばトラストセンタ（選択的な実施形態では車両自体）が第１鍵と第２鍵を有する制御装置鍵ペア（制御装置用の一対の鍵）を提供する。第１鍵は、車両の製造時に制御装置自体に整理、または制御装置のために保管される。それが原因で、この一対の鍵は制御装置鍵ペアと称される。トラストセンタの第２鍵を用いて、第１認可証が、以下の記載では認可証所有者と記す有資格者のために署名される。

【００１８】より明確にするために、先ずは、制御装置への新たなソフトウェアの実行可能な読み込みのために１つの認可証だけが必要とされる場合を仮定する。この１つの認可証は、認可証情報部分にて、所定の認可証情報の他に少なくとも認可証所有者の第１鍵を含み、ここで、第１鍵と第２鍵を有する認可証鍵ペア（認可証用の一対の鍵）は前記認可証所有者自身により生成されたものである。他の認可証情報としては、例えば、認可証発行者、通し番号、認可証所有者、所定のアクセス権利、有効期限などが確定され得る。

【００１９】更に、有資格者または認可証所有者は、認可証鍵ペアの自らの第２鍵を用いて、制御装置内に投入すべきソフトウェアを署名する。認可証も、認可証所有者により署名されたソフトウェアも、引き続き車両の制御装置に投入される。制御装置は、制御装置鍵ペアの自らの固有の第１鍵を用いて認可証の正当性を認識し、認可証情報を受諾し、その中にはこの認可証情報内に含まれている鍵も含まれる。この鍵、即ち認可証鍵ペアの第１鍵を用いて、投入されているソフトウェアの署名のチェックが更に行われる。この署名も正しいと認識されると、前記ソフトウェアは制御装置により受諾される。

【００２０】このプロセス方式により、変更権利及び署名権利が全般的に与えられる。各ソフトウェアは、制御装置鍵ペアの所有者自身、例えばトラストセンタ自身により署名される必要はない。それに加えて、認可証内の追加情報を用いて、認可証所有者に容認または制限を割り当てることが可能である。例えば、期間が容認され、この期間に渡って認可証所有者はソフトウェアを提供し且つ投入することができる。ソフトウェアを生成するため及びソフトウェアの種類のための様々な資格レベルを授与することも可能である。ソフトウェア自体を署名することは、常に認可証所有者自身により行われる。

【００２１】鍵としては、通常、周知の暗号アルゴリズムに使用されるコード化パラメータ及び／またはデコード化パラメータ（即ち、コード化パラメータ、またはデコード化パラメータ、またはコード化パラメータ及びデコード化パラメータ）として理解される。この際、対称方式並びに非対称方式の使用が可能である。対称方式では２つの鍵が同一であるので、実際には１つの鍵だけが異なる場所に設けられていることになる。非対称方式では異なる鍵が使用される。非対称方式としては、通常、公開鍵方式（パブリックキー方式）が知られていて、この公開鍵方式では公開鍵と秘密鍵（プライベート鍵）が生成される。公開鍵は誰にでも知られてよい。この種の非対称方式に関する暗号アルゴリズムは、例えば、リベスト(Rivest)、シャミール(Shamir)、エイドルマン(Adleman)によるＲＳＡアルゴリズム、データ暗号アルゴリズム（ＤＥＡアルゴリズム）等のアルゴリズムである。これらのアルゴリズムは、第１鍵ペア（第１の一対の鍵）のためにも、第２鍵ペア（第２の一対の鍵）のためにも使用され得る。

【００２２】本発明による方法の総合的な構成では、制御装置内に投入されるソフトウェアをチェックするために、唯一の認可証だけではなく複数の認可証ｎが与えられる。それにより、他の構成可能性も生じる。更に、異なる認可証を異なる人物に割り当てることが可能であるので、制御装置内への新たなソフトウェアの実行可能な投入は連帯してのみ可能となる。更に、異なる認可証数に渡って異なるアクセス権利を授与すること、即ち異なる認可証所有者に異なるアクセス権利を授与することが可能である。

【００２３】複数の認可証の使用において、第１認可証の署名は、制御装置内に保管されている鍵を用いて検査され得る。それに対して他の各認可証の署名は、以前に受諾された認可証に含まれている鍵によりチェックされ得る。それに対して最後の認可証内の鍵を用いては、ソフトウェア自体の署名だけがチェックされる。全チェックが成功して経過した場合にだけ、ソフトウェアが制御装置により受諾される。認可証の署名を以前の認可証に含まれる鍵を用いてチェック可能とするために、認可証は前記鍵に付属する第２鍵を用いて署名されたものでなくてはならない。

【００２４】秘密鍵及び公開鍵をそれぞれ何処に整理すべきかという選択では多くのバリエーションの可能性がある。例えば、公開鍵は認可証の認可証情報内にそれぞれ整理されている。制御装置自体内にも、制御装置鍵ペアの公開鍵が整理され得る。この場合、チェックすべき

署名は、公開鍵に付属する秘密鍵を用いて形成されたものである必要がある。

【００２５】当然のことながら他の実施形態も考慮することができ、それらでは、認可証情報内及び／または制御装置自体内に秘密鍵が保管されている。また、対称鍵との組合せも考えることができる。

【００２６】制御装置内に保管されている鍵は有利にはブートセクタ内に整理されている。ブートセクタは、通常、特有の方式で保護されている。安全性の向上のために、このブートセクタは、書き込み及びこのブートセクタ内に含まれる鍵の整理の後に「ロック」される、即ち将来的なアクセス、特に書き込みアクセスが禁止されるようにもブートセクタは形成され得る。

【００２７】全検査（認可証検査とソフトウェア検査）が肯定的な結果を示すと、ソフトウェアは、制御装置により、またはソフトウェアのために固有に設けられている装置により受諾され、制御装置の制御のために用いられる。

【００２８】既に上述したように、所謂公開鍵方式における公開鍵は公開して周知としてよく、それに対して、秘密鍵は権限のある箇所においてだけ知られている。

【００２９】実施形態に従い、制御装置鍵ペアの秘密鍵はトラストセンタにだけ、認可証鍵ペアの秘密鍵は認可証所有者にだけ知られている。秘密鍵を用いて、手書きのサインに対応して、デジタル署名が電子文書（認可証、ソフトウェア）に対して生成される。秘密鍵の所有者だけがその都度有効な署名を作成することができる。文書（認可証、ソフトウェア）の真実性は、公開鍵を用いた署名の検証を介してチェックされ得る。秘密鍵を知らない権限の無い第三者は、有効な署名を作成することはできない。改ざんされた認可証、または期限切れの認可証、または無資格の認可証が制御装置内にロードされた場合、または改ざんされていて且つ正しくなく署名されたソフトウェアが制御装置内にロードされた場合、このことはそれぞれに付属の鍵を用いて認識され、制御装置は実行不可能な状態に置き換えられる。

【００３０】対称方式の使用において、安全レベルを向上するためには、特有なハードウェアの形式の追加的な解決保護策が使用され得る。

【００３１】ソフトウェアを独占的に車両固有に使用するという要求を可能とするためには、所定の車両の制御装置のために設けられているソフトウェアが、車両を個別化する情報、例えば車体番号または他の車両固有データを含む。これらの情報は、ソフトウェアに割り当て、またはソフトウェアに組み込まれている。これらのデータのソフトウェアへの割り当て、またはこれらのデータのソフトウェアへの組み込みの後に初めて、このソフトウェアは、最後の認可証の認可証所有者の第２鍵を用いて署名される。制御装置は、上述したように、一方では認可証が正しいと認識され、それに加えてソフトウェアの署名が正しいと認識される場合にだけソフトウェアを受諾する。署名は、ソフトウェアに含まれている車両固有情報に依存するので、後から追加的に変更され得ない。車両固有情報が変更されていなくて且つ車両の車両固有情報と一致する場合には、ソフトウェアだけが車両の制御装置のために実行可能に入力され得る。それにより、この種の個別化されているソフトウェアを他の車両に複写することは不可能である。

【００３２】更に、制御装置のメモリにソフトウェアを投入する際に他の安全レベルを提供するために、ソフトウェアの投入以前に、制御装置のメモリに対するアクセスは対応する資格を用いてのみ可能となるべきである。そのために、署名されているソフトウェアの移行以前に、申告ステップ内にて制御装置の「アンロック」が設けられている。申告時に様々な優先レベルを使用する場合、それにより、異なって形成されているアクセス権利が与えられ得る。診断アクセス時には、例えば先ず申告が必要不可欠であり、それにより制御装置は入力されたアクセス情報を介してアクセス権利、並びにこのアクセス権利と結び付けられている資格レベルを認識する。権利授与に応じて、アクセス資格は厳しくないものから極めて厳しいものまでレベル付けされ得る。権利授与は静的に形成され得るので、例えば、異なるアクセスコードが所定の資格レベルのために伝達される。選択的に権利授与は動的にも形成され得るので、例えば、認可証情報内に資格レベルを含むエントリ認可証が与えられる。

【００３３】１つの選択として、署名のチェックは制御装置自体内にて実施される。他の選択として、少なくともチェックはエントリ制御装置ないしはアクセス制御装置内にてチェックされ得る。場合によってはアクセス制御のためだけに設けられている制御装置は、他の制御装置に比べて、アクセス権利の授与に関する中央安全機能があるために、アクセスできないように車両内に設けられている。これは、制御装置の物理的な解体により上述の保護機構が場合によってはすり抜けられてしまうためである。

【００３４】更に、制御装置が完全に解体され、他の制御装置と取り替えられる危険性を排除するために、追加的な制御装置解体防止策を設けることは有意義である。この目的のために、例えば、制御装置が組み込まれている車両内で、散発的に制御装置信頼性検査が実施される。このためには、照会が各制御装置に向けて時折発せられ、これらの制御装置はその照会に対して所定の期待情報を用いて回答しなくてはならない。実際にチェックすべき制御装置からの発信情報が期待情報と一致しない場合、または制御装置が回答しない場合には、適切な保護措置がとられ、例えば、制御装置を通信接続から除外する、または制御装置を記録、マーク、またはリストに登録するなどである。それにより、車両の診断時には、ごまかし操作が認識され得る。上述の実施形態におい

て、制御装置は照会に対して例えば制御装置特有の秘密確認鍵を用いて回答する。不法に交換された制御装置は、その種の鍵を使用することができず、それにより受諾も成されない。

【００３５】

【発明の実施の形態】次に、添付の図面を用いて実施形態に基づき本発明を更に詳細に説明する。

【００３６】図１には、互いにネットワーク接続されているユニットを有する制御装置構成がブロック図として図示されている。この際、搭載ネットワークは、部分的に異なる伝送速度を有し且つ所謂ゲートウェイ（中央ゲートウェイモジュール、コントローラゲートウェイ）により互いに接続されている複数の部分ネットワーク（ＬＷＬ－ＭＯＳＴ（光導波路－ＭＯＳＴ(Medi Oriental Systems Transport)）、Ｋ－ＣＡＮシステム（カロッセリ（車体）－コントローラエリアネットワーク－システム）、パワートレーン－ＣＡＮ等）から構成されている。診断バス１６は中央ゲートウェイ１４を用いて他の全てのネットワークと間接的または直接的に接続されている。この診断バス１６は周囲環境への最も重要な接続部の１つである。この診断バス１６の端部におけるＯＢＤソケット(On Board Diagnose ソケット)に接続されている診断テスタを介して、並びに中央ゲートウェイ１４を介在して、全システム内の全てのコントローラ、ゲートウェイ、及び制御装置が応答可能である。

【００３７】選択的に、ＧＳＭネットワーク(Global System for Mobile Communication ネットワーク)２０及び車両内の電話システム１８を介して、車両内の装置にアクセスする可能性がある。それにより、原則的には車両搭載ネットワークへのリモートアクセスが可能である。この場合、電話システム１８は、同様に移動無線電信ネットワーク（ＧＳＭネットワーク）とその他の車両バス加入部との間のゲートウェイを意味する。

【００３８】車両バス内には、車両へのアクセスを監視するカーアクセスシステム（ＣＡＳ）２２が組み込まれている。このＣＡＳ２２は、他の機能として電子的な発進遮断部を含む。

【００３９】マルチメディアチェンジャ（ＭＭＣ）は、ＣＤプレーヤと搭載ネットワークとの間のインタフェースを意味する。コントローラゲートウェイ２１により、運転者が様々な器具を介して行う入力は通知情報に変換され、それぞれに応答される制御装置に転送される。

【００４０】その他に、複数の制御装置（ＳＴＧ１～ＳＴＧ５）が示されている。これらの制御装置の課題は、車両内の所定のユニットの制御に限らず、これらの装置自体の間の通信にもにある。ここで車両内の通信は「同報通信（ブロードキャスト）」に対応している。バスアクセスを獲得した情報発生源は、その情報を基本的に全ての制御装置に送信する。そのために、コントローラと接続されているデータバスは持続的に試問される。それに対して周囲環境との通信では、例えば診断バスを介して、各制御装置が一義的なアドレスを用いて的確に応答される。

【００４１】制御ユニットの機能性を決定するソフトウェアは、将来的には、主にプログラミング可能なフラッシュメモリに格納される。フラッシュプログラミングでは、全ブロックだけが消去され、新たに書き込まれ得る。個々のビットの消去は不可能である。制御装置に応じて、様々な種類のマイクロコンピュータが使用される。これは、要求に応じて、８ビットプロセッサ、１６ビットプロセッサ、または３２ビットプロセッサである。これらの全制御装置または全コントローラは、様々なバリエーションで使用可能である。それらは、例えば、車両に搭載されているフラッシュメモリまたはプロセッサ自体に直接的に組み込まれているフラッシュメモリを有する。

【００４２】次に、ここで使用される暗号方式（コード化）について詳細に説明する。使用される確認方法では、非共通暗号方式（非同期暗号方式）が有利とされる。対称鍵（共通鍵）では、各側面に秘密が所有されなくてはならない。共通鍵が知られたら、効果的な暗号化は保証され得ない。一対の鍵（鍵ペア）の１つの鍵は自動車両の制御装置内に保存される必要があり、それによりその秘密性が保証され得ないので、対称性の一対の鍵の選択は賢明ではない。

【００４３】対称暗号方式（対称コード化）に対して、Ｗ．ディフィー(W.Diffie)とＭ．ヘルマン(M.Hellman)は1976年に所謂公開鍵暗号方式（パブリックキー暗号方式）を開発した。この暗号方式では公開鍵と秘密鍵を有する一対の鍵が形成される。公開鍵を用いて復号化は成されるが暗号化は成されない。それに対して暗号化（署名）のためには秘密鍵が必要である。

【００４４】公開鍵方式は、一対の鍵の１つの鍵を公開して周知としてよいという長所を有する。しかし、今日の周知の公開鍵方式は極めて多くの計算を必要とするので、ハイブリッド方式、即ち対称方式と非対称方式の組合せが頻繁に使用されている。ハイブリッド方式では、対称鍵が公開鍵方式を用いて通信パートナー間で交換される。その際、実際の通信情報は前記対称鍵で暗号化される。

【００４５】秘密鍵と公開鍵を区別することにより、確認方法並びにデジタル署名が上述したように実現される。秘密鍵を所有することにより、同一性が一義的に証明され、手書きのサインにおけるような署名が作成され得る。有名な公開鍵暗号システムは上述したＲＳＡ方式である。他の公開鍵暗号方式は、所定の数学的な群において、対数を計算するという問題に基づいている（離散対数問題）。

【００４６】次に、本発明を所定の実施形態に基づいて説明する。この実施形態では、顧客が自分の車両内に所

定の追加機能を望んでいるとする。例えば、変速機が他の切替特性曲線で稼動されるべきであるとする。この機能は新たなソフトウェアを顧客の車両の制御装置内に投入することにより実現され得る。顧客は、その種のソフトウェアを提供し且つこの顧客の車両に実行可能に投入することのできる権限のある箇所、例えばディーラーに実現化を依頼する。

【００４７】そのために必要なフローを次に説明する。

【００４８】注文されている全ソフトウェアを唯一の箇所にてサイン（署名）させる必要をなくすために、先ずは、分散した複数の有資格者、所謂認可証所有者（例えばディーラー）が構成され、所望のソフトウェアは彼らのもとで注文され得る。認可証が授与されることにより、有資格者は、注文されたソフトウェア自体を生成し、サイン（署名）も行うことができるようになる。

【００４９】このフローを先ずは図３を用いて詳細に説明する。トラストセンタ（図４における４０４）にて、プライベート鍵３０４と公開鍵３０２を有する第１鍵ペア（第１の一対の鍵）３００が生成される。

【００５０】この場合、鍵とは電子コードのことであり、この電子コードを用いて情報が暗号化及び／または復号化され得る。この際、既に上述のＲＳＡアルゴリズムまたはＤＥＡアルゴリズム、即ち非共通性の一対の鍵を有する所謂「公開鍵アルゴリズム（パブリックキーアルゴリズム）」のような周知の暗号アルゴリズムが使用される。

【００５１】トラストセンタの公開鍵３０２は、車両の製造時に既に制御装置３０６内にてブートセクタ３０８に整理されている。

【００５２】また、所定の認可証情報を含む認可証３１８は、プライベート鍵３０４を用いてサイン（署名）される。

【００５３】同様に、認可証所有者は、他のプライベート鍵３１４と他の公開鍵３１６を有する一対の鍵３１２（第２鍵ペア）を提供する。公開鍵３１６は１つの認可証情報として認可証３１８内に整理される。他の認可証情報としては、例えば認可証発行者、通し番号、認可証所有者、所定のアクセス権利、有効期限などであり得る。

【００５４】認可証所有者だけが知っているこの認可証所有者のプライベート鍵３１４を用いて、ソフトウェア３２０は以下に記載する方式で署名される（署名３２２）。次いで認可証所有者は、この認可証所有者が常に所有する認可証３１８、並びに提供され且つ署名されたソフトウェア３２０を制御装置３０６に投入する。

【００５５】更なるプロセス方式を図６に基づいて説明する。制御装置６００（図３における符号３０６）は、投入後のその初回の立ち上げ時に、先ず認可証６１８が正しいかどうかを検査する。そのために、制御装置６００のブートセクタ６０３内に保管されているトラストセンタの公開鍵６０２を用いて、認可証６１８の署名２（符号６１９）を検査する。認可証６１８がo.k.（はい）であると、認可証６１８内に記憶されている認可証情報６１７が公開鍵６１６と共に同様に受諾される。認可証ないしはその署名６１９が正しくない（いいえ）と検証されると、制御装置の稼動は停止（ストップ）される。

【００５６】更に、認可証６１８内に含まれている公開鍵６１６を用いて、ソフトウェア６０６の署名１（符号６０８）がチェックされる。この検査に同様に合格（はい）すると、制御装置は、新たに投入されているソフトウェア６１０を用いて稼動され得る（はい）。そうでない場合（いいえ）には制御装置６００の稼動は停止（ストップ）される。

【００５７】説明したプロセス方式を用いると、全体として、ソフトウェアを署名するために権限が与えられている有資格箇所の分散化が達成され得る。この場合、認可証に他の資格や制限をパックするという極めて異なる可能性が開かれている。認可証内に有効期限が含まれている場合、この有効期限の経過後に、以前の認可証所有者がソフトウェアに署名することは不可能であり、ないしは、認可証が受諾されないので、このソフトウェアは受諾され得ない。更に、認可証の所有者を介して、誰が制御装置内にソフトウェアを読み込ませたか、並びにそれと共に修正を行ったかも追従することができる。

【００５８】図２には他の安全レベルが示されている。車両の制御装置に新たなソフトウェアが投入されるとすると、先ずは申告が成されなくてはならない（図２におけるステップ２００）。この申告では、有資格者の識別が行われる。識別に成功すると初めて制御装置は「アンロック」され、それにより原則的には制御装置内への認可証と新たなソフトウェアの読み込みが可能となる（図２におけるステップ２０２）。この読み込みの後に初めて上述の認可証及びソフトウェアの検証が行われる。

【００５９】次に、認可証の作成について詳細に説明する。先ず、トラストセンタと第三者との間にて、この第三者が認可証所有者として認定されて、車両の制御装置内または車両の制御装置のために変更ソフトウェアを読み込ませるという特定の資格レベルを獲得することに関して同意が交わされなくてはならない。合意が達成されると、将来的な認可証所有者（例えば修理工場４００）は、プライベート鍵と公開鍵を有するこの認可証所有者固有の一対の鍵を生成し、その公開鍵を認可証要求と共にトラストセンタ４０４に送信する（図４におけるステップ４０２）。

【００６０】トラストセンタ４０４は、認可証４０６を作成し、この認可証４０６に秘密鍵（図３における符号３０４も参照）を用いて署名し、この認可証４０６を認可証所有者４００に返送し、そこでこの認可証４０６は保管される。

【００６１】認可証所有者４００は、認可証の入手以降、この認可証４０６が認可証所有者４００に許可する範囲内で、ソフトウェア４０８（図３における符号３２０も参照）を認可証所有者４００のプライベート鍵を用いて署名する。このことを図５にて説明する。そこでは、ソフトウェア５００はユニット５４０内にて秘密鍵５２０を用いて署名される。それにより、署名されたソフトウェア５６０は車両の制御装置内に投入されるために準備が成されたことになる。このことは、図４においても示されている。そこでは、署名されたソフトウェア４０８並びに認可証４０６が認可証所有者により車両１２内に投入される。

【００６２】図７ａ～図７ｄを用いて、ソフトウェアの署名及び認可証の署名、並びにそれぞれの署名のチェックについて詳細に説明する。

【００６３】全電子文書をその全体において署名することは非効果的である。つまり、そのためにここでは所謂ハッシュ機能が使用される。

【００６４】より正確に述べると、ソフトウェア７５０から、周知のハッシュ機能を介して所謂ハッシュコード７５１が生成される。ここでハッシュコード７５１とは、所定の長さを有するデジタル情報に関するものである。引き続き、このハッシュコード７５１は認可証所有者の秘密鍵を用いて署名される（署名１（符号７５２））。ハッシュコード７５１を署名することは、長いソフトウェア文書の署名よりも基本的に効果的である。この場合、周知のハッシュ機能は次のような本質的な特徴を有する。即ち、与えられているハッシュ値ｈに対して文書の値Ｍを見つけることは一般的に困難である（一方向機能）。更に、衝突、即ちハッシュ値が同じである２つの値M及びM’を見つけることは困難である（耐衝突性）。

【００６５】要求されているソフトウェア７５３は、上述したように、認可証所有者自身により提供されて署名され得る。

【００６６】ソフトウェアに対応した方式で認可証が提供される（図７ｂ）。認可証所有者の公開鍵を含む全認可証情報７６０から、同様のまたは他のハッシュ機能を介して他のハッシュコード７６１が生成される。ここでハッシュコード７６１とは、他の所定の長さを有するデジタル情報に関するものである。引き続き、他のハッシュコード７６１はトラストセンタの秘密鍵を用いて署名される（署名２（符号７６２））。

【００６７】新たなソフトウェア並びに認可証を制御装置に投入した後に、先ず次の稼動では、制御装置内に記憶されている公開鍵を用いて、認可証の署名が正しいかどうかがチェックされる（図７ｃ）。そのために、制御装置からの公開鍵が署名２に適用され、ハッシュコード（符号７６５）が計算から得られる。この計算されたハッシュコード７６５が、コンパレータ７６４にて、認可証自体から上記のハッシュ機能により形成されるハッシュコード７６１’と比較される。ここでは、両方のハッシュコード７６５及び７６１’は互いに一致しないものとしている。この場合、認可証は不当に変更されたものである。それにより、制御装置の稼動は遮断される（ストップ）。

【００６８】認可証が正しいと検証されたとすると、次のステップ（図７ｄ）では、ソフトウェアが正しく署名されたかどうかがチェックされる。そのために、対応的にソフトウェアの署名１に認可証からの公開鍵が適用され、それにより、ハッシュコード７５６が決定される。このハッシュコード７５６は、ソフトウェアから直接的に決定されるハッシュコード７５１’とコンパレータ７５４にて比較される。ここではそれらは一致していないので、更に制御装置の稼動が遮断されることになる。両方のハッシュコード７５６及び７５１’が一致するのであれば、制御装置は新たなソフトウェアを用いて稼動され得る。各立ち上げ時のチェックを回避するために、初回の検証後に検査ビットが設定され得て、この検査ビットは正しい検証を提示する。当然のことながら、この種の検査ビットは外部から修正不可能である。

【００６９】上述のデジタル署名の他に、通信パートナーＡを通信パートナーＢに対して確認するために、所謂チャレンジーレスポンス－方式が頻繁に使用されている。そこでは、Ｂが先ず乱数ＲＡＮＤＯＭをＡに送信する。Ａは秘密鍵を用いて前記乱数に署名し、この値を回答としてＢに送信する。Ｂは公開鍵を用いて前記回答を検証し、Ａの確認を検査する。

【００７０】次に、図８に基づいて、上述のチャレンジーレスポンス－方式に関する、所定の車両用のソフトウェアの個別化における保証について説明する。

【００７１】上述のソフトウェアの署名方法は、制御装置ソフトウェアが所定の車両のために個別化されるように特徴付けられるという点で拡張される。各ソフトウェアは、所定の車両の識別目印または所定の車両タイプの識別目印と関連付けられている。この識別目印は例えば車体番号である。

【００７２】次に、何故、特徴付けられているソフトウェアが所定の車両ないしは所定の車両タイプにて機能可能な方式で投入され得るかを説明する。

【００７３】ソフトウェアを個別化するために、先ずソフトウェア８００に車体番号ＦＧＮｓｗを登録し、引き続いてソフトウェア全体が、公開鍵ＩＦＳｐ８０４と共に、上述したようにハッシュコードの作成後に署名される（符号８０２）。制御装置８０６は既述したように正しく署名されているソフトウェアだけを受諾する。車体番号ＦＧＮｓｗがハッシュコードと署名に影響を及ぼすので、車体番号を後で追加的に変更することは不可能である。

【００７４】署名８０２が基本的に受諾されると、ソフ

トウェア８００に割り当てられている車両識別目印ＦＧＮｓｗが、車両内に実際に設けられている目印ＦＧＮ（車体番号）と一致するかどうかがチェックされる。一致する場合にはソフトウェアが解放される。それにより、上述したように準備されているソフトウェアが所定の車両においてだけ使用され得る。更に、他の車両のためには、固有の署名を有する他のソフトウェアが提供されなくてはならない。

【００７５】この種のソフトウェアの個別化を実施し得るためには、既に製造段階にて、対応する制御装置に、改ざん不能な形式で車体番号が登録されるべきである。この車体番号ＦＧＮはメモリの消去後にも制御装置内に存在しなくてはならない。このことは、車体番号が例えば上述のカーアクセスシステム（ＣＡＳ）８１０にて非揮発性のメモリ内に登録されていることにより実現可能である。

【００７６】図８による次のプロセス方式は、改ざん不可能な試問を保証する。車体番号に加えて、秘密鍵ＩＦＳｓと上述の公開鍵ＩＦＳｐから成る車両固有の他の一対の鍵が必要とされる。これらの２つの鍵の割り当てと車体番号の割り当ては中央箇所にて行われる。秘密鍵ＩＦＳｓはカーアクセスシステム（ＣＡＳ）８１０内に読み出し不可能な形式で記憶されている。

【００７７】車体番号ＦＧＮは、カーアクセスシステムのアクセス領域に既に設けられている。

【００７８】新たに投入すべきソフトウェア内には、車体番号に加えて車両固有の公開鍵ＩＦＳｐも保管される（符号８０４）。その後、ソフトウェア８００全体が署名により保護される。制御装置８０６内へのソフトウェアのロード後に、先ずは署名の正確性が検査される。その後、制御装置８０６は、既述のチャレンジ－レスポンス－試問を用いて、ソフトウェア内の車体番号が車両の車体番号と一致するかどうかをチェックする。そのために制御装置は、ソフトウェアからの車体番号ＦＧＮｓｗと乱数ＲＡＮＤＯＭをカーアクセスシステム８１０に送信する（符号８０８）。カーアクセスシステム８１０では、車両内に記憶されている車体番号ＦＧＮが、受信された車体番号ＦＧＮｓｗと比較される。引き続いて前記の両方の値が秘密鍵ＩＦＳｓを用いて署名され、再び制御装置８０６に戻るように送信される。制御装置８０６は、署名されている送信情報を公開鍵ＩＦＳｐを用いてチェックすることが可能である。その後、互いに属する異なる値が一致するかどうかが比較される（ステップ８１４）。一致する場合（ＯＫ）には、制御装置８０６は車両固有のソフトウェアを用いて稼動され得る。比較が否定的な結果を導いた場合には、制御装置の稼動はストップされる（ステップ８１６）。

【００７９】この方法の変形例として、固有の一対の鍵ＩＦＳｓ及びＩＦＳｐの代わりに、車両に個別化されていない対応的な一対の鍵も使用され得て、この一対の鍵は既に車両内に記憶されている。それにより前記の鍵用の管理が省略される。同様に、対称暗号方式を用いた対応的な機構も当然のことながら可能である。これは、処理において有利であるが、対称鍵が制御装置から読み出される危険性をもたらしてしまう。

【００８０】当然のことながら、上述した全ての方法において、トラストセンタの秘密鍵が秘密であり続けるということが絶対的に保証されなくてはならない。全体的に既述の暗号手法は、正しいソフトウェアだけを車両ないしは所定の車両に投入し、それにより資格を伴わない改ざんを防止する良好な可能性を提供する。

【図面の簡単な説明】

【図１】車両における制御装置構成を示す図である。

【図２】制御装置内にソフトウェアを読み込ませるためのフローを示す図である。

【図３】ソフトウェアが正しく制御装置を制御し得るために個々の署名を授与することに関するフローを示す図である。

【図４】トラストセンタによる認可証の授与を示す図である。

【図５】ソフトウェアのためのデジタル署名の作成を示す図である。

【図６】投入されているソフトウェアを検証するための、制御装置内におけるチェックに関するフローを示す図である。

【図７】図７ａ～図７ｄは、ハッシュコードを使用した認可証とソフトウェアの暗号化及び検証を示す図である。

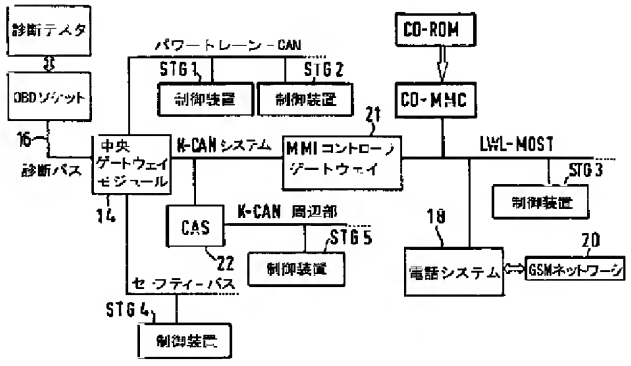
【図８】車両固有情報をチェックするためのアルゴリズムを示す図である。

【符号の説明】

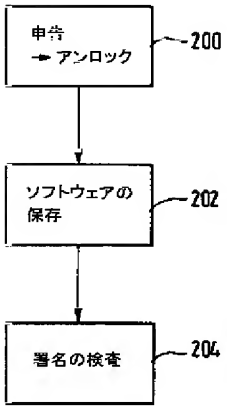
１２　車両
１４　中央ゲートウェイ
１６　診断バス
１８　電話システム
２０　ＧＳＭネットワーク
２１　コントローラゲートウェイ（ＭＭＩ(Men Machine Interface)コントローラゲートウェイ）
２２　ＣＡＳ（カーアクセスシステム）
２００　申告を行うステップ
２０２　認可証とソフトウェアの読み込みを行うステップ
２０４　認可証及びソフトウェアの検証を行うステップ
３００　第１鍵ペア
３０２　第１鍵ペアの公開鍵（トラストセンタの公開鍵）
３０４　第１鍵ペアのプライベート鍵（秘密鍵）
３０６　制御装置
３０８　制御装置のブートセクタ

３１２　第２鍵ペア
３１４　第２鍵ペアのプライベート鍵（秘密鍵）
３１６　第２鍵ペアの公開鍵
３１８　認可証
３２０　ソフトウェア
３２２　ソフトウェアの署名
４００　修理工場（認可証所有者）
４０２　認可証要求を行うステップ
４０４　トラストセンタ
４０６　認可証
４０８　署名されたソフトウェア
５００　ソフトウェア
５２０　秘密鍵（認可証所有者の秘密鍵）
５４０　ユニット
５６０　署名されたソフトウェア
６００　制御装置
６０２　公開鍵（トラストセンタの公開鍵）
６０３　制御装置のブートセクタ
６０６　ソフトウェア
６０８　ソフトウェアの署名１
６１０　新たに投入されたソフトウェア
６１６　公開鍵（認可証所有者の公開鍵）
６１７　認可証情報
６１８　認可証
６１９　認可証の署名２
７５０　ソフトウェア
７５１　ソフトウェアからのハッシュコード
７５１’　ソフトウェアからのハッシュコード
７５２　署名１（ソフトウェア）
７５３　署名されたソフトウェア
７５４　コンパレータ
７５６　署名１からのハッシュコード
７６０　認可証情報
７６１　認可証情報からのハッシュコード
７６１’　認可証情報からのハッシュコード
７６２　署名２（認可証）
７６３　署名された認可証情報
７６４　コンパレータ
７６５　署名２からのハッシュコード
８００　投入されているソフトウェア（署名済）
８０２　署名
８０４　公開鍵
８０６　制御装置
８０８　車体番号ＦＧＮｓｗと乱数ＲＡＮＤＯＭを制御装置がＣＡＳへ送信するステップ
８１０　ＣＡＳ（カーアクセスシステム）
８１２　ＣＡＳにて署名された車体番号ＦＧＮと乱数ＲＡＮＤＯＭをＣＡＳが制御装置へ送信するステップ
８１４　制御装置がチャレンジ値を比較するステップ
８１６　制御装置の稼動をストップするステップ

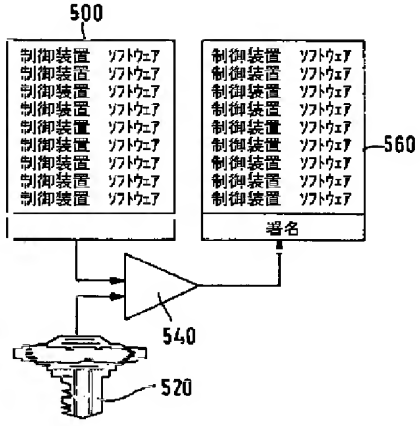
【図１】



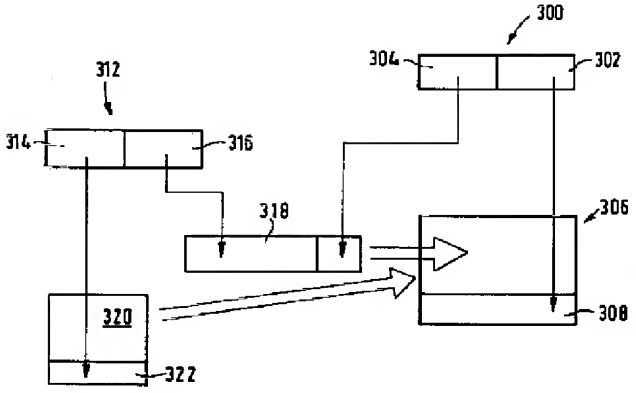
【図２】



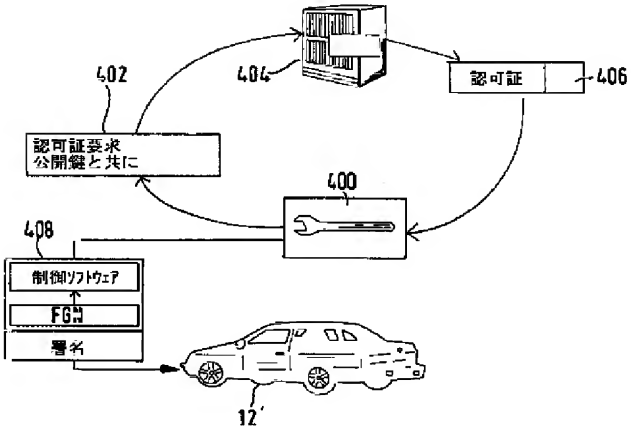
【図５】



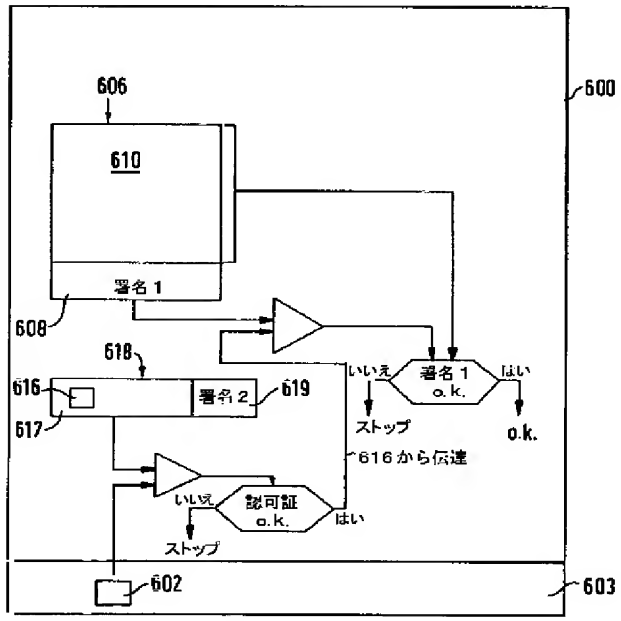
【図３】


300
304
302
312
314
316
318
306
320
308
322

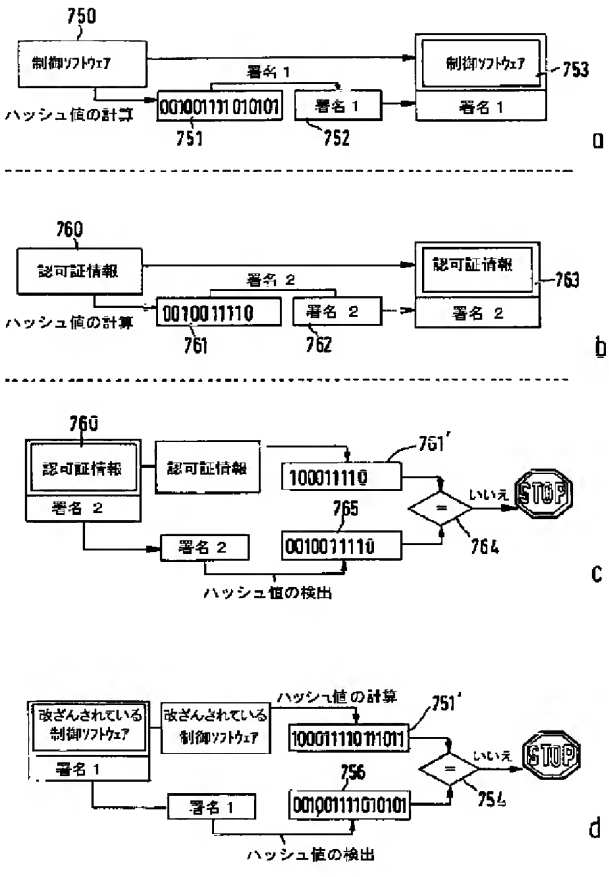
【図４】


402
404
認可証
406
認可証要求
公開鍵と共に
400
408
制御ソフトウェア
FGN
署名
12'

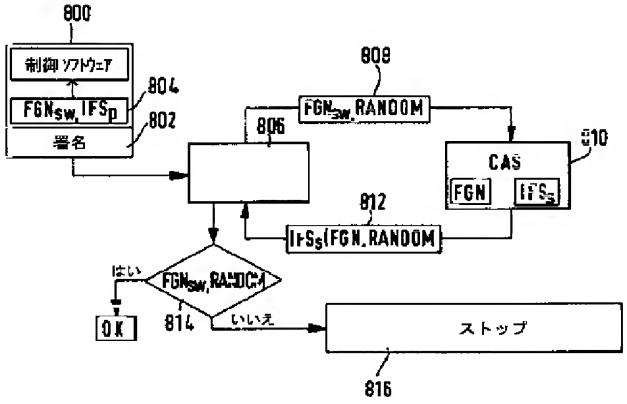
【図６】


606
600
610
署名１
608
618
616
署名２
619
617
いいえ
署名１
o.k.
はい
ストップ
o.k.
616から伝達
いいえ
認可証
o.k.
はい
ストップ
602
603

【図７】


750
制御ソフトウェア
署名１
制御ソフトウェア
753
ハッシュ値の計算
0010011110101
751
署名１
752
署名１
a
760
認可証情報
署名２
認可証情報
763
ハッシュ値の計算
0010011110
761
署名２
762
署名２
b
760
認可証情報
署名２
認可証情報
751'
100011110
いいえ
STOP
765
=
764
署名２
0010011110
ハッシュ値の検出
c
改ざんされている
制御ソフトウェア
署名１
改ざんされている
制御ソフトウェア
ハッシュ値の計算
751'
1000111101111011
いいえ
STOP
=
754
756
署名１
0010011110101
ハッシュ値の検出
d

【図８】



フロントページの続き

(72)発明者　エルンスト　シュミット
ドイツ連邦共和国　デー・85737　イスマニング　ベーマーヴァルトシュトラーセ39

(72)発明者　ブルクハルト　クールス
ドイツ連邦共和国　デー・81673　ミュンヘン　ザンクト・ファイト・シュトラーセ22